

COMPOSTO ORGÂNICO

**“UMA SOLUÇÃO ECOLÓGICAMENTE CORRETA”
(ESTUDO PARA O LIXO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO)**

**Equipe: Mauro Wanderley Lima
João Carlos Xavier de Brito
Gisele Carlomagno Surliuga
Ricardo Dias de Sena
Tarquínio Prisco de Almeida**

SUMÁRIO

Parte 1 - ESTUDO TÉCNICO

1.1 - Introdução

1.2 - Processo de Produção do Composto Orgânico

1.3 - Características do Composto Orgânico

1.4 - Efeitos da Adição de Matéria Orgânica sobre Propriedades do Solo Características do Composto Orgânico

1.5 - Vantagens da Utilização do Composto Orgânico para a Agricultura do Rio de Janeiro

1.6 - Resultados da Utilização do Composto Orgânico na Agricultura

1.6.1 - Descrição do Experimento com Hortaliças

1.6.2 - Descrição do Experimento com Tubérculos

1.6.3 - Descrição do Experimento com Fruteiras

1.7 - Conclusão Técnica

Parte 2 - ESTUDO ECONÔMICO

2.1 - Premissas Básicas

2.2 - Alternativas Analisadas

2.2.1 - Usina Simplificada sem Geração de Composto

2.2.2 - Usina Simplificada com Geração de Composto

2.2.3 - Aterro Sanitário

2.2.4 - Fluxo dos Resíduos

2.3 - Características do Lixo

2.4 - Índices Técnicos

2.5 - Resumo Econômico-Financeiro

2.6 - Conclusão Econômica

PARTE 1
ESTUDO TÉCNICO

1.1 - INTRODUÇÃO

A disposição final do lixo urbano tem sido um dos maiores problemas enfrentados pela vida moderna em todo o mundo.

A preocupação com a preservação do meio ambiente tem levado técnicos do mundo inteiro, a estudar formas economicamente viáveis de aproveitamento do lixo gerado, principalmente nas grandes metrópoles.

No ano de 1998, a Cidade do Rio de Janeiro gerou cerca de 7.800 t/dia de resíduos urbanos, dos quais a COMLURB coletou aproximadamente 90%.

Para se ter uma idéia da dimensão do problema, se todo esse volume recolhido fosse disposto em aterro, a área ocupada por dia corresponderia a quase 2 campos de futebol iguais ao do Maracanã cheio de lixo até a altura de 1 metro.

Na tentativa de solucionar este problema a COMLURB vem estudando uma série de medidas que visam minimizar o impacto da disposição final do lixo, buscando estimular e promover, ao máximo, o reaproveitamento do lixo gerado na cidade do Rio de Janeiro.

Dentre as medidas tomadas pela COMLURB no sentido de diminuir a quantidade de lixo que vai para os aterros da cidade, merece destaque a criação de Cooperativas de Catadores e a implantação das Usinas de Reciclagem.

A criação de Cooperativas de Catadores, além de resgatar a dignidade de uma antiga profissão, é um passo firme na direção da coleta seletiva ou seja, coletar o material reciclável ainda na fonte geradora, antes de ser misturado ao lixo geral.

Nas Usinas de Reciclagem, o papel/papelão, o vidro, o plástico e o metal são separados do lixo, sendo posteriormente vendidos.

O produto dessa venda é dividido entre os catadores cooperativados que participaram da catação, gerando renda para várias famílias carentes.

Devido à compactação e à mistura sofridas pelo lixo durante o transporte até o aterro, a eficiência de recuperação nas usinas não passa de 6%, pois os vidros se quebram, o papel limpo se contamina com a gordura da matéria orgânica e os plásticos se fragmentam ou se rompem. Assim, para cada tonelada que entra numa Usina de Reciclagem, menos de 60 kg saem na forma de produtos recicláveis.

Do que restou após a catação, 20% é material inerte (pedra, areia e restos de demolição), que é encaminhado para os aterros, e 80% é matéria orgânica, nas suas variadas formas (restos de comida, folhas, madeira, panos e outros) que pode ser transformada em composto orgânico utilizado na agricultura.

1.2 - PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO

No processo de produção do composto, a parte orgânica do lixo é triturada, peneirada e homogeneizada para que a fração rica em substâncias nitrogenadas, seja misturada a outros resíduos vegetais, ricos em carbono.

Com esse material são formadas pilhas com aproximadamente 2 metros de altura e comprimento variável, que são as chamadas leiras de compostagem.

Essas leiras são reviradas periodicamente para garantir uma maior aeração e homogeneização dessa massa em decomposição ao longo de todo o processo de produção do composto que dura de 60 a 90 dias.

Apesar de ser uma operação aparentemente simples, o reviramento das leiras é extremamente importante e deve ser realizado de forma cuidadosa. Eventuais deficiências no reviramento das leiras geram regiões onde a decomposição da matéria orgânica se processa com insuficiência de oxigênio, permitindo a formação de gases a base de enxofre que, mesmo em concentrações muito baixas, geram um cheiro extremamente desagradável.

O excesso de umidade acarretado pelas chuvas, em teores acima de 60%, também pode criar condições propícias à formação de gases mal cheirosos.

Quando o processo de compostagem é bem conduzido, a temperatura no interior das leiras atinge valores superiores a 60°C. Essas altas temperaturas, associadas ao reviramento das leiras, que expõe o interior das pilhas a ação dos raios ultravioletas do sol, mostraram-se muito eficientes na eliminação de eventuais microrganismos patogênicos que por ventura possam existir na massa do lixo (ver Quadro I).

O composto orgânico produzido é, portanto, o resultado de um processo de decomposição bioquímica de materiais orgânicos, que em tudo se assemelha ao que acontece na natureza, só que de forma acelerada.

1.3 - CARACTERÍSTICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO

O composto produzido nas usinas instaladas no município do Rio de Janeiro não possui a quantidade suficiente de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) para ser considerado como fertilizante.

De acordo com o Ministério da Agricultura, ele é classificado como Adubo Orgânico, sendo recomendado como um eficiente condicionador de solos.

O Centro de Pesquisas da COMLURB vem desenvolvendo juntamente com a PESAGRO-RIO (Pesquisa Agro-pecuária do RJ), uma pesquisa aplicada, visando o aumento da produção agrícola a custos reduzidos, com a utilização de composto orgânico.

Esta pesquisa, iniciada em janeiro de 1995, tem permitido também, o constante aprimoramento do padrão de qualidade sanitária do adubo e o estabelecimento das dosagens adequadas que devem ser usadas para cada tipo de cultura.

O Quadro I, a seguir, mostra os resultados das análises microbiológicas realizadas no composto pronto para a venda.

QUADRO I

ASPECTOS SANITÁRIOS DO COMPOSTO ORGÂNICO

Análise	Resultado	Desejável
Parasitologia ^a	Negativa	Negativo
Coliformes Fecais (NMP/g) ^b	13	<100
Pesquisa de <i>Salmonella sp</i>	Negativa	Negativo
Estreptococos Fecais (NMP/g) ^b	16	<100
Sobrevivência de Larvas de Moscas	Negativa	Negativo
Contagem de Bactérias e Actinomicetos (ufc/g) ^c	4,7 x 10 ⁷	d
Contagem de Fungos (ufc/g) ^c	2,9 x 10 ⁵	d

a - Pesquisa de formas evolutivas de enteroparasitas humanos: ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários.

b - NMP = número mais provável.

c - Unidades formadoras de colônias de microrganismos por grama de amostra seca.

d - Apesar de não haver limites estabelecidos, esses valores obtidos expressam densidades das populações microbianas consideradas normais para compostos orgânicos.

Fonte: Gerência de Pesquisas da COMLURB - 1999.

O Quadro II mostra as características físico-químicas do composto orgânico e também as normas estabelecidas pela Portaria nº 1 de 02/04/82 do Ministério da Agricultura, que estabelece os limites máximos e mínimos de parâmetros que precisam ser atendidos para que um produto possa ser comercializado como composto orgânico.

QUADRO II CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO

Determinações	Valor	Portaria nº 1	Tolerância
pH (CaCl ₂ 0,01M)	7,74	> 6	> 5,4
Matéria Orgânica (%)	47,54	> 40	> 36
Resíduo Mineral Total (%)	39,71		
Resíduo Mineral Insolúvel (%)	29,11		
Resíduo Mineral Solúvel (%)	10,60		
Nitrogênio Total (%)	1,39	> 1	> 0,9
Carbono Total (%)	26,41		
Cálcio (% CaO)	2,15		
Fósforo Total (% P ₂ O ₅)	0,70		
Teor de Umidade (%)	42,86	< 40	< 44
Relação C / N	19:1	< 18:1	< 21:1
Inertes (%)	12,75		
Peso Específico (kg / m ³)	464,32		

Observação: Resultados apresentados na base seca, exceto pH e peso específico.

Fonte: Gerência de Pesquisas da COMLURB - 1999.

O Quadro III mostra os resultados de metais pesados no composto orgânico. Cabe ressaltar que o Brasil não dispõe de normas que limitem os teores de metais pesados em compostos orgânicos, por isto, adotou-se os limites da EPA e da Comunidade Comum Européia como referência.

**QUADRO III
METAIS PESADOS TROCÁVEIS NO COMPOSTO ORGÂNICO**

METAIS (mg/L)	COMPOSTO ORGÂNICO^A	LIMITES EPA^B 1990	LIMITES CCE^B 1986
Hg	1,2	17,0	16 a 25
Cd	6,0	39,0	20 a 40
Ni	20,0	420,0	300 a 400
Pb	230,0	300,0	1000 a 1750
Cr (total)	40,0	1200,0	N.I.
Zn	400,0	2800,0	2500 a 4000
Cu	280,0	1500,0	1000 a 1750

N.I. - não informado

Fontes: A - Análises realizadas pela FEEMA

B - Revista BIOCYCLE - JAN/93

1.4 - EFEITOS DA ADIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE AS PROPRIEDADES DO SOLO

A matéria orgânica exerce importantes efeitos sobre as propriedades do solo, principalmente nas propriedades físicas, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A utilização de equipamentos pesados na agricultura gera uma compactação excessiva do solo, e a adição de matéria orgânica é a maneira mais simples, eficiente e barata de se refazer a estrutura destruída.

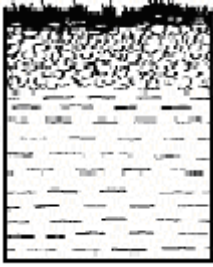

Devido ao seu alto poder ligante, a matéria orgânica promove a formação de agregados estáveis, que ao se juntarem, criam uma estrutura definida de densidade aparente baixa, como mostrado na Figura 1, na folha a seguir.

A maior porosidade provocada pelo reagrupamento das partículas, aumenta a capacidade de troca gasosa entre o solo e a superfície, o que facilita a respiração das raízes das plantas.

Esta nova textura criada tem grande capacidade de reter água em seus poros, o que diminui, em muito, a erosão causada pelo arraste das águas das chuvas sobre o horizonte superficial do solo.

Outra vantagem dessa nova arrumação das partículas é facilitar a movimentação da água no interior do solo, propiciando o transporte dos micro e macro nutrientes nela dissolvidos e promovendo sua homogeneização ao longo do perfil do solo.

**FIGURA 1
PERFIL ESQUEMÁTICO DO SOLO**

	
Solo Comum com Pouca Matéria Orgânica	Solo Comum com Adição de Composto
<ul style="list-style-type: none"> - alta densidade aparente - favorece a compactação - não possui estrutura definida - baixa capacidade de retenção de água - baixa aeração 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa densidade aparente - forma agregados estáveis - adquire uma estrutura definida - alta capacidade de retenção de água - alta capacidade de trocas gasosas

A adição de matéria orgânica aumenta a atividade dos microrganismos, muitos dos quais, fundamentais no processo de fixação dos micro e macronutrientes pelas raízes das plantas.

Devido ao seu efeito tampão, a matéria orgânica promove uma situação de equilíbrio estável, impedindo que variações bruscas de pH, que normalmente ocorrem após a utilização de fertilizantes químicos, possam inibir a atividade dos microrganismos existentes no solo.

Esse conjunto de fatores cria a base de um ecossistema que atrai formas mais complexas de vida como as formigas, as larvas e principalmente os vermes, a exemplo da minhoca, que ao se movimentarem no interior dos solos, ajudam a transportar e a homogeneizar os micro e macronutrientes, além de manter a porosidade dentro dos limites adequados.

1.5 - VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO PARA A AGRICULTURA DO RIO DE JANEIRO

Os solos do Estado do Rio de Janeiro são normalmente ácidos necessitando de correção para o bom desenvolvimento das culturas agrícolas. O uso do composto orgânico que possui um pH acima de 7 (Quadro II), ajuda na solução desse problema.

A utilização continuada de fertilizantes químicos sem a adubação orgânica em paralelo, gera uma situação onde os macronutrientes estão presentes no solo, só que numa forma não disponível para a absorção pelas raízes das plantas.

Dessa maneira, a maior parte do fertilizante adicionado é lavada pela chuva, o que leva a um empobrecimento do solo e termina por contaminar os cursos d'água e/ou o lençol freático.

O uso de composto orgânico promove a fixação dos macronutrientes no solo, aumentando a produtividade, diminuindo custos e evitando o desperdício, além de prevenir a poluição e a erosão.

Além disso, o Rio de Janeiro por possuir um rebanho pequeno, não produz esterco suficiente para atender as necessidades da produção local, o que tem elevado em muito o preço não só do esterco bovino, mas também da cama de aviário.

O Quadro IV mostra o preço do composto orgânico em comparação ao dos outros condicionadores de solo mais usados na agricultura.

QUADRO IV
PREÇOS DE ADUBOS ORGÂNICOS MAIS COMUNS

TIPO DO ADUBO ORGÂNICO	PREÇO (R\$ / t)
COMPOSTO ORGÂNICO	8,00
ESTERCO BOVINO	150,00
CAMA DE AVIÁRIO	300,00

* Preços obtidos no mercado do Rio de Janeiro em Setembro de 1999.

Por ser produzido em grande quantidade e a baixo custo o composto orgânico é um excelente substituto do esterco de boi e da cama de aviário, com a vantagem de ser gerado a partir de uma matéria prima inesgotável.

1.6 - RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO NA AGRICULTURA

Os dados apresentados a seguir foram obtidos em experimentos realizados nas Estações Experimentais da PESAGRO-RIO em Nova Friburgo e Macaé.

1.6.1 - Descrição do Experimento com Hortaliças

A primeira cultura testada na pesquisa de campo na Estação Experimental de Nova Friburgo foi a da alface tipo C. V. Regina. Para tanto, foram preparados quatro canteiros, com diferentes dosagens de composto orgânico, como descritas a seguir.

Canteiro 1 - Testemunha (sem composto orgânico);

Canteiro 2 - 10 t/ha de composto orgânico;

Canteiro 3 - 20 t/ha de composto orgânico;

Canteiro 4 - 30 t/ha de composto orgânico.

Os parâmetros adotados na avaliação do experimento foram aqueles relacionados com a produtividade da cultura e os que possibilitassem a identificação de possíveis contaminações dos elementos colhidos, principalmente contaminações decorrentes da presença de metais pesados.

A análise de fertilidade do solo feita antes do início do experimento detectou a necessidade da adição de 60 kg/ha de cloreto de potássio, em cada um dos canteiros já formados.

As mudas foram plantadas em julho e em três ocasiões ao longo do mês de setembro foram realizadas medições para acompanhar a evolução do diâmetro das alfaces.

Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 1.

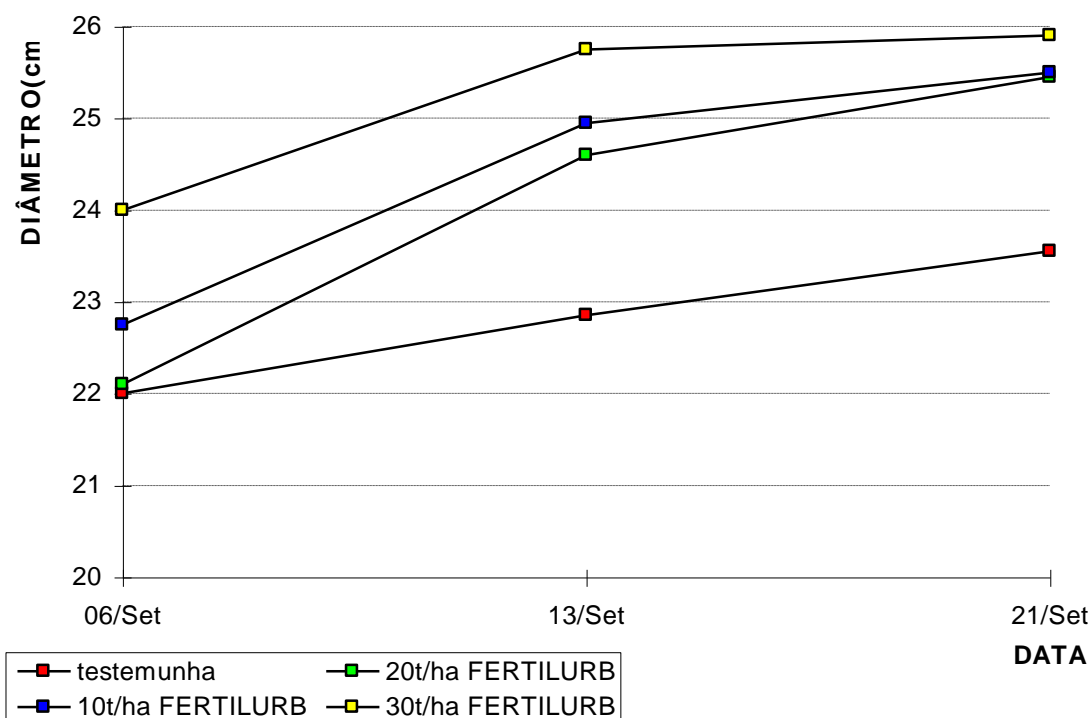
O tamanho mínimo adotado para a comercialização da alface é de 25 cm. O Gráfico 1 mostra que, independente da dosagem utilizada, nos canteiros adubados com o composto orgânico as alfaces ficaram prontas para serem comercializadas após 10 semanas. Já no canteiro sem adição de composto orgânico esse valor não foi atingido em momento algum do ciclo de maturação da alface.

Após a colheita realizada em 30/09/95, as folhas e as raízes das alfaces foram pesadas e examinadas.

O resultado da pesagem também indicou uma maior massa para as alfaces produzidas com a utilização do composto orgânico.

O canteiro que utilizou 10 t/ha foi o que apresentou a melhor relação custo benefício (Gráfico 1). O aumento de massa neste canteiro chegou a ser 50% maior do que o constatado no canteiro testemunha.

GRÁFICO 1 - VARIAÇÃO DO DIÂMETRO DO ALFACE



A análise não constatou nenhuma anomalia que pudesse sugerir qualquer tipo de contaminação, e seu aspecto foi considerado normal.

1.6.2 - Descrição do Experimento com Tubérculos

A segunda cultura testada em Nova Friburgo foi a Beterraba.

O procedimento adotado foi em tudo semelhante ao anterior, tendo apenas sido preparado um 5º canteiro utilizando-se cama de aviário, na adubação. Os tratamentos estão descritos a seguir:

Canteiro 1 - Testemunha (sem composto orgânico)

Canteiro 2 - 10 t/ha de composto orgânico

Canteiro 3 - 20 t/ha de composto orgânico

Canteiro 4 - 30 t/ha de composto orgânico

Canteiro 5 - 10 t/ha de cama de aviário

Os parâmetros adotados mais uma vez na avaliação do experimento foram aqueles que melhor permitiam a identificação de possíveis contaminações por metais pesados bem como avaliar a contribuição do composto orgânico na produtividade da cultura.

Os resultados do Quadro V indicam um crescimento, no tamanho médio e na produtividade das beterrabas, com o aumento da quantidade de composto orgânico utilizada no canteiro.

Diferentemente do experimento com o alface, a melhor relação custo benefício se deu para o canteiro que utilizou 30 t/ha. Nesta proporção os resultados se igualam aos obtidos com a cama de aviário (que é considerado pelos agricultores como o adubo orgânico de melhor desempenho), só que a um custo bem menor.

QUADRO V
PESO MÉDIO E PRODUTIVIDADE DAS BETERRABAS

TRATAMENTO	PESO MÉDIO (kg)	PRODUTIVIDADE (t/ha)
Testemunha (sem Composto Orgânico)	0,706	6,34
10 t/ha de Composto Orgânico	1,069	11,39
20 t/ha de Composto Orgânico	1,113	10,56
30 t/ha de Composto Orgânico	2,131	22,63
10 t/ha de Cama de Aviário	2,038	22,78

Não foram constatadas quaisquer anomalias que pudessem sugerir contaminação por metal pesado.

1.6.3 - Descrição do Experimento com Fruteiras

Realizado na Estação Experimental de Macaé, o experimento foi desenvolvido em solos podzólico vermelho-amarelo e a cultura testada foi o maracujá amarelo.

Para o início do plantio utilizou-se mudas formadas em saquinhos plásticos, que foram transplantadas nos primeiros dias de maio, quando atingiram o estágio de formação de gavinhas.

O espaçamento usado foi de 3 x 3 m, em covas de 50 cm de profundidade previamente adubadas com 350 g de superfosfato simples e 300 g de calcário dolomítico.

Após esta preparação em todas as covas, foram utilizados os diferentes tratamentos listados a seguir:

Tratamento 1 - Adubação química (200 g de sulfato de amônia) + 200 g de cloreto de potássio por planta / por ano.

Tratamento 2 - 15 litros de composto orgânico na cova + 15 litros por cobertura por ano (sem adubo químico)

Tratamento 3 - 15 litros de composto orgânico na cova + 15 litros por cobertura por ano + adubação química.

Tratamento 4 - 15 litros de esterco de boi + adubação química

Em outubro, foram retiradas amostras do solo para análise dos teores dos metais pesados, Hg, Cd, Ni, Pb, Cu, Cr e Zn, na sua forma "trocável".

Como forma trocável entende-se a associação dos metais aos alcalóides do solo, pois só nesta forma é que os metais se tornam disponíveis para serem absorvidos pelas raízes das plantas.

Os resultados das análises estão no Quadro VI.

QUADRO VI
RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAL PESADO NOS SOLOS

Elementos	Solo 1	Solo 2	Solo 3
Mercúrio	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Cromo	0,007	< 0,0007	0,007
Níquel	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
Cobre	0,003	0,02	< 0,0003
Chumbo	0,011	< 0,008	< 0,008
Cádmio	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Zinco	0,055	0,046	0,016

- Dados em ppm - partes por milhão

- Análises realizadas na PUC

A avaliação dos resultados leva a concluir que a aplicação do composto orgânico junto com a adubação química provocou um pequeno incremento no teor de metais pesados na forma "trocável" no solo.

Essa variação, contudo, não significa que tenha havido qualquer contaminação, uma vez que, de acordo com dados obtidos em outros sítios (ver Quadro VII), o teor desses metais nas chamadas ocorrências naturais é muitas vezes superior aos valores encontrados nas análises dos solos do experimento.

**QUADRO VII
CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM SOLOS**

Elemento	Faixa Normal em Solos	Nível Crítico de Concentração Total em Solo
Hg	0,01 - 0,5	0,3 - 5
Cr	5 - 1.500	75 - 100
Ni	2 - 750	100
Cu	2 - 2.50	60 - 125
Pb	2 - 300	100 - 400
Cd	0,01 - 2,00	3 - 8
Zn	1 - 900	400 - 700

- Dados em ppm

Da análise do Quadro VII constata-se ainda que para atingir-se o nível crítico de contaminação, seria preciso que a atual concentração dos metais pesados no solo testado fosse 1000 vezes maior do que é na realidade.

É interessante observar que com exceção do Cobre (Cu), a concentração dos outros metais é maior no adubo químico do que no composto orgânico.

Com o início da colheita foram retirados frutos produzidos com cada um dos 4 tratamentos já descritos.

O teor de metal pesado presente no suco desses frutos é mostrado no Quadro VIII.

**QUADRO VIII
CONCENTRAÇÃO DE METAL PESADO NO SUCO DO MARACUJÁ**

Elementos	Solo 1	Solo 2	Solo 3	Solo 4
Mercúrio	0,10	0,10	0,10	0,10
Cromo	0,01	0,01	0,01	0,02
Níquel	0,04	0,04	0,04	0,04
Cobre	0,40	0,45	0,45	0,35
Chumbo	0,02	0,02	0,02	0,02
Cádmio	0,002	0,002	0,002	0,006
Zinco	2,0	1,9	2,1	1,6

- Dados em ppm

- Análises realizadas na FEEMA - Laboratório de Jacarepaguá

A análise dos resultados obtidos mostra não haver diferença significativa no teor de metais de um tratamento para o outro. Ou seja, pelo menos para o caso do maracujá, a utilização do composto orgânico ou do esterco de boi contribui da mesma maneira para o teor de metal pesado no suco da fruta.

Se a comparação fosse com relação ao fertilizante usado, os resultados seriam igualmente baixos e iguais.

Os resultados do aumento de produtividade causado pela adição do composto orgânico estão sendo levantados; e a avaliação final será realizada em abril, quando a colheita se encerrará.

1.7 - CONCLUSÃO TÉCNICA

A utilização do composto orgânico não representa risco sanitário para quem o manipula, para o meio ambiente e nem para quem consome os alimentos com ele produzido.

O processo de compostagem elimina os possíveis agentes patogênicos que porventura possam estar presentes no lixo urbano.

A utilização do composto orgânico contribui positivamente para a reestruturação física do solo, diminuindo os riscos de contaminação dos rios e do lençol freático pela fixação dos micro e macro nutrientes no solo, ajudando a evitar a erosão.

O uso do composto orgânico não substitui a necessidade da adubação química, mas diminui os custos de produção, pois ao facilitar sua absorção pelas raízes incrementa sensivelmente a produtividade da cultura, diminuindo a necessidade de novas aplicações de fertilizantes.

PARTE 2

ESTUDO ECONÔMICO

2.1 - PREMISSAS BÁSICAS

Para efeito do presente estudo, foram adotadas as seguintes premissas técnicas:

- população da “cidade” ⇒ 706.000 hab
- taxa de geração de lixo ⇒ 1,00 kg/hab.dia
- quantidade de lixo gerado ⇒ 706 t/dia
- quantidade de lixo coletado ⇒ 600 t/dia
- eficiência de coleta ⇒ 85 %
- quantidade de lixo domiciliar coletado ⇒ 480 t/dia
- quantidade de lixo público coletado ⇒ 120 t/dia
- peso específico do lixo solto ⇒ 0,20 t/m³
- peso específico do lixo solto triturado ⇒ 0,40 t/m³
- peso específico do lixo aterrado ⇒ 1,00 t/m³
- todo o volume de lixo público coletado irá obrigatoriamente para um aterro sanitário, qualquer que seja a alternativa analisada.

2.2 - ALTERNATIVAS ANALISADAS

Para se analisar a influência da produção de composto orgânico no custo da destinação final foram consideradas as alternativas apresentadas a seguir.

2.2.1 - Usina Simplificada sem Geração de Composto

Consistirá apenas de fosso de recepção, pólopo de alimentação e 4 linhas de catação, abrigados em um galpão de 1.000 m².

Não haverá produção de composto.

Foram admitidas 4 prensas enfardadeiras e 2 balanças.

Haverá 3 veículos Roll On - Roll Off, com 12 caçambas, e 2 mini-pás carregadeiras.

2.2.2 - Usina Simplificada com Geração de Composto

Consistirá de fosso de recepção, pólopo de alimentação e 4 linhas de catação, abrigados em um galpão de 1.000 m². Foram admitidas 4 prensas enfardadeiras e 2 balanças.

O composto será produzido em um pátio de leiras com 150.000 m² de extensão. Haverá peneiramento do composto.

A movimentação dos resíduos será feita por 1 veículo Roll On - Roll Off, com 2 caçambas, 2 caminhões basculantes de 8m³, 1 pá carregadeira e 1 mini-pá carregadeira.

2.2.3 - Aterro Sanitário

Admitida operação em aterro sanitário com coleta e tratamento de chorume, coleta e queima de gases sem aproveitamento energético.

A movimentação de resíduos no aterro será feita por 4 caminhões basculantes, 1 pá carregadeira e 4 tratores de esteira, tipo D-6.

2.2.4 - Fluxo dos Resíduos

Nas figuras da folha a seguir pode-se ver o fluxo dos resíduos, desde sua geração até sua destinação final, para cada uma das alternativas analisadas.

2.3 - CARACTERÍSTICAS DO LIXO

As tabelas a seguir apresentam as características do lixo consideradas no presente trabalho.

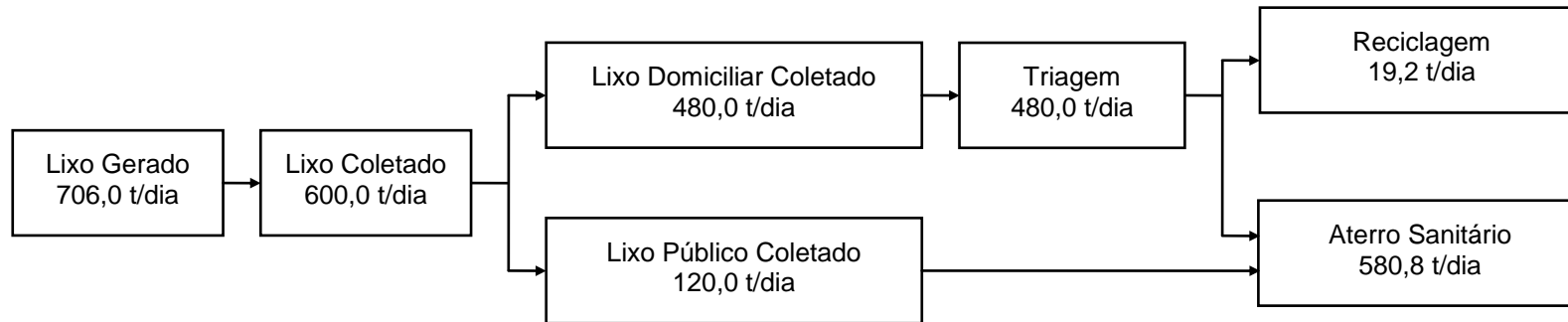
TABELA 01A
PRODUÇÃO DE LIXO DA CIDADE

Parâmetros	Quantidade	Unidade	Percentual
População	706.000,0	Hab	---
Taxa de Geração de Lixo	1.000,0	g/hab.dia	---
Lixo Total Gerado	706,0	t/dia	100
Lixo Total Coletado	600,0	t/dia	85
Lixo Domiciliar	480,0	t/dia	68
Lixo Público	120,0	t/dia	17

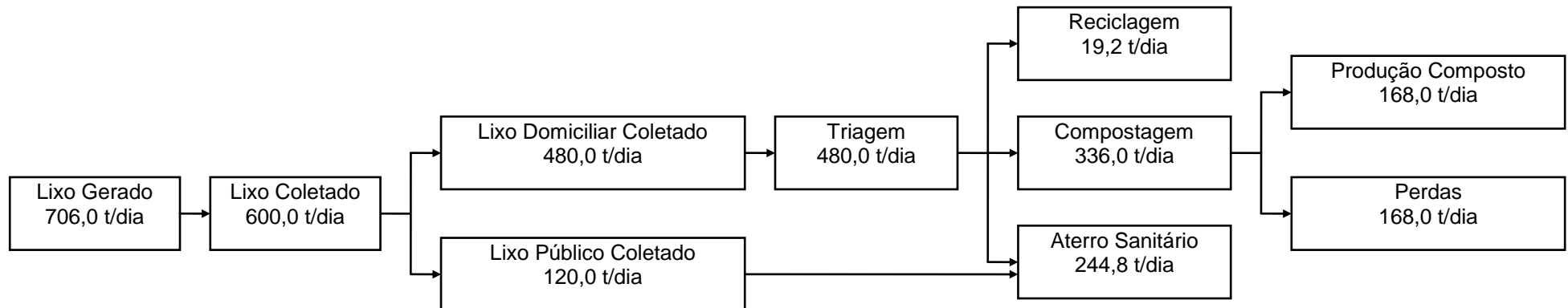
TABELA 02A
COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DO LIXO DOMICILIAR

Materiais	Percentual	Quantidades (t/dia)
Papel / Papelão	27,11	130,13
Plástico	12,71	61,01
Vidro	2,19	10,51
Matéria Orgânica	48,56	233,09
Metal	3,24	15,55
Outros	6,19	29,71
TOTAL	100,00	480,00
Teor de Umidade	65,00	---

FLUXO DE RESÍDUOS - USINA SIMPLIFICADA SEM COMPOSTAGEM



FLUXO DE RESÍDUOS - USINA SIMPLIFICADA COM COMPOSTAGEM



FLUXO DE RESÍDUOS - ATERRO SANITÁRIO

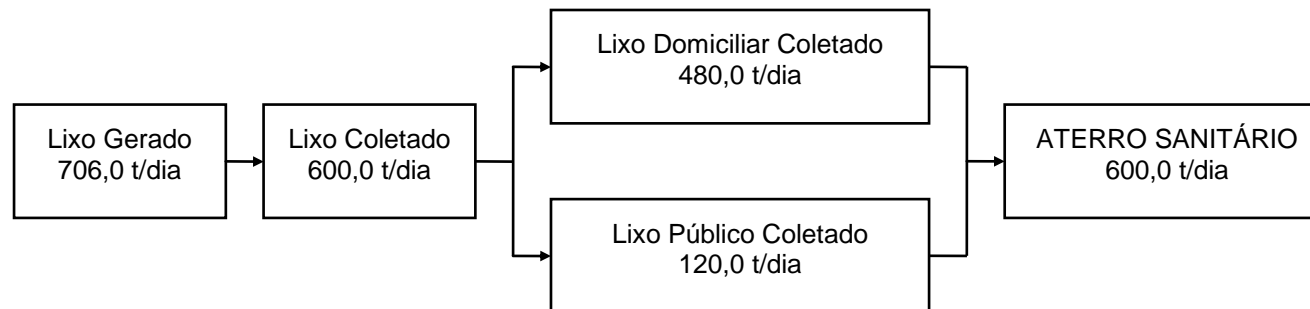


TABELA 03A
COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DO LIXO PÚBLICO

Materiais	Percentual	Quantidades (t/dia)
Papel / Papelão	23,46	28,15
Plástico	11,79	14,15
Vidro	1,62	1,94
Matéria Orgânica	11,67	14,00
Metal	1,13	1,36
Folhas	22,65	27,18
Terra	22,85	27,42
Outros	4,83	5,80
TOTAL	100,00	120,00
Teor de Umidade	52,48	---

TABELA 04A
QUANTIDADES DE MATERIAIS RECICLADOS POR SOLUÇÃO

Materiais		Usina Simplificada sem Composto		Usina Simplificada com Composto	
Tipo	Percentual Reciclável	Perc. (%)	Quant (t/dia)	Perc. (%)	Quant (t/dia)
Composto	0,0	0,0	0,00	35,0	168,00
Papel/Papelão	37,5	1,5	7,20	1,5	7,20
Vidro	7,5	0,3	1,44	0,3	1,44
Ferrosos	15,0	0,6	2,88	0,6	2,88
Alumínio	5,0	0,2	0,96	0,2	0,96
Plástico Filme	15,0	0,6	2,88	0,6	2,88
Plástico Rígido	15,0	0,6	2,88	0,6	2,88
PET	5,0	0,2	0,96	0,2	0,96
TOTAL	100,0	4,0	19,20	39,0	187,20

TABELA 05A
QUANTIDADES DE SERVIÇO POR SOLUÇÃO

Serviços	Usina Simplificada sem Composto		Usina Simplificada com Composto		Aterro Sanitário	
	Perc. (%)	Quant (t/dia)	Perc. (%)	Quant (t/dia)	Perc. (%)	Quant (t/dia)
Coleta Convencional	100,0	600,0	100,0	600,0	100,0	600,0
Reciclagem	80,0	480,0	80,0	480,0	0,0	0,0
Composto	0,0	0,0	28,0	168,0	0,0	0,0
Perdas	0,0	0,0	28,0	168,0	0,0	0,0
Aterro	96,8	580,8	40,8	244,8	100,0	600,0

2.4 - ÍNDICES TÉCNICOS

TABELA 01
PERCENTUAIS DE SERVIÇOS/APROVEITAMENTO DO LIXO DOMICILIAR

Alternativas	Índices	Coleta	Reciclagem	Geração de Composto	Perdas	Aterro
Usina Simplificada sem Compostagem	t/dia	480,0	19,2	0,0	0,0	460,8
	%	100,0	4,0	0,0	0,0	96,0
Usina Simplificada com Compostagem	t/dia	480,0	19,2	168,0	168,0	124,8
	%	100,0	4,0	35,0	35,0	26,0
Aterro Sanitário	t/dia	480,0	0,0	0,0	0,0	480,0
	%	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0

TABELA 02
NECESSIDADE DE ÁREA

Alternativas	Área para os Serviços		Área para Aterro Complementar (m ²)
	m ²	Tipo	
Usina Simp. s/ Compostagem	1.000 ^(A)	Rural	239.000
Usina Simp. c/ Compostagem	123.000 ^(B)	Rural	100.000
Aterro Sanitário	247.000 ^(C)	Rural	---

(A) - Considerado um único galpão de 1.000 m², na área do aterro.

(B) - Considerados um galpão de 1.000 m² e um pátio para abrigar 1.176 leiras triangulares de 2 m de altura, 3 m de largura e 21 m de comprimento, por 12 semanas, ambos na área do aterro. O peso específico do lixo triturado foi tomado como sendo igual a 400 kg/m³.

(C) - Considerado um aterro para 20 anos de vida útil do lixo coletado (domiciliar e público), com altura média de 20 metros, peso específico de 1t/m³, 10% de material de cobertura e 20% de área adicional para abrigar as instalações auxiliares (balança, estradas de serviço, ETE, administração).

2.5 - RESUMO ECONÔMICO-FINANCEIRO

TABELA 03
INVESTIMENTOS

Alternativas	Obras Civas	Equipamentos	Veículos e Máquinas	T o t a l
Usina Simp. s/ Comp.	834.200,00	200.000,00	699.000,00	1.733.200,00
Usina Simp. c/ Comp.	3.109.700,00	250.000,00	533.000,00	3.892.700,00
Aterro Sanitário	803.400,00	150.000,00	1.522.000,00	2.475.400,00

**TABELA 04
CUSTOS POR SERVIÇO**

SERVIÇOS	Quantidades (t/mês)	Custo Total (R\$/mês)	Custo Unitário (R\$/t)
Reciclagem	12480,0	150.206,97	12,04
Reciclagem + Compostagem	12480,0	251.010,10	20,11
Aterro Sanitário	15600,0	178.257,43	11,43

NOTA: Os custos incluem a remuneração de capital, a depreciação de veículos, máquinas e equipamentos e os custos operacionais.

**TABELA 05
CUSTOS POR SOLUÇÃO**

Alternativas	Serviços	Quant. (t/mês)	Custo Total (R\$/mês)	Custo Unitário (R\$/t)	Custo Unitário Global (R\$/t)
Usina Simplificada sem Compostagem	Coleta Conv.	15.600,0	471.900,00	30,25	
	Reciclagem	499,2	150.206,97	300,90	
	Aterro	15.100,8	172.553,19	11,43	
	TOTAL	15.600,0	794.660,16	-	
Usina Simplificada com Compostagem	Coleta Conv.	15.600,0	471.900,00	30,25	
	Recic. + Comp.	4.867,2	251.010,10	51,57	
	Aterro	6.364,8	72.729,03	11,43	
	TOTAL	15.600,0	795.639,13	-	
Aterro Sanitário	Coleta Conv.	15.600,0	471.900,00	30,25	
	Aterro	15.600,0	178.257,43	11,43	
	TOTAL	15.600,0	650.157,43	-	

**TABELA 06
RECEITAS**

ALTERNATIVAS	RECEITA (R\$/mês)
Usina Simplificada sem Compostagem	70.886,40
Usina Simplificada com Compostagem	105.830,40
Aterro Sanitário	---

**TABELA 07
BALANÇO ECONÔMICO DAS SOLUÇÕES**

Alternativas	Custo Global	Receitas	Saldo	Custo Unitário
Usina Simplif. s/ Comp.	794.660,16	70.886,40	723.773,76	46,40
Usina Simplif. c/ Comp.	795.639,13	105.830,40	689.808,73	44,22
Aterro Sanitário	650.157,43	0,00	650.157,43	41,68

TABELA 08
GANHOS SOCIAIS E AMBIENTAIS

Alternativas	Sociais			Ambientais	
	Empregos Gerados (Un)		Custo do Serviço por Emprego Direto (R\$/Empr.mês)	Tratamento de Resíduos (t/mês)	Custo do Tratamento (R\$/t)
	Diretos	Indiretos			
Us. Simplif. s/ Comp.	89	267	1.687,72	499,2	300,90
Us. Simplif. c/ Comp.	113	339	2.221,33	4867,2	51,57
Aterro Sanitário	60	180	2.970,96	(*)	(*)

(*) - Como não há retirada de lixo do ambiente na solução por Aterro Sanitário, o ganho ambiental desta solução (tratamento do chorume e dos gases) não foi considerado.

2.6 - CONCLUSÃO ECONÔMICA

Consideradas as alternativas analisadas, a produção de composto orgânico representa um acréscimo de custo unitário da ordem de R\$2,50 em relação à destinação em aterros sanitários.

Porém, se comparada ao processo de reciclagem simples (sem produção de composto), esta atividade apresenta uma economia de R\$2,20. Tal fato é bastante significativo, servindo como um balizador para cidades de porte médio que desejem praticar a reciclagem do lixo.

Por outro lado, ao se considerar os ganhos sociais e ambientais, os processos de reciclagem, seguidos ou não de compostagem, apresentam enormes vantagens sobre a destinação em aterros sanitários, a um custo operacional relativamente baixo. Tais processos são capazes de retirar do meio ambiente cerca de 500 e 4.900 t/mês de lixo, ao mesmo tempo que geram aproximadamente 356 e 442 empregos diretos e indiretos.

Portanto, pode-se concluir que o processo de produção de composto orgânico é economicamente viável a partir do instante que se entra com a parcela de economia relativa ao meio ambiente.

ANEXO I

PLANILHAS BÁSICAS

TABELA 01B - MÃO DE OBRA - SALÁRIOS MENSAIS e ENCARGOS

FUNÇÃO	Turno	Salário Base	Insalubridade (20% S.M.)	Adicional Hora Extra	Adicional Noturno	Encargos Sociais (122,23%)	Vale Refeição	Vale Transporte	TOTAL SALÁRIO	EPI's	DESPEZA MENSAL
Catadores	Diurno	250,00	26,00	0,00	0,00	337,35	126,00	52,60	791,95	9,66	801,61
Op. de Pólipio	Diurno	300,00	26,00	0,00	0,00	398,47	126,00	49,60	900,07	9,66	909,73
	Noturno	300,00	26,00	0,00	36,00	442,47	126,00	49,60	980,07	9,66	989,73
Op. de Prensa	Diurno	260,00	26,00	0,00	0,00	349,58	126,00	52,00	813,58	9,66	823,24
Op. de Máq. Leves	Diurno	310,00	26,00	0,00	0,00	410,69	126,00	49,00	921,69	9,66	931,35
Op. de Máq. Pesadas	Diurno	360,00	26,00	63,82	0,00	549,81	126,00	46,00	1.171,63	9,66	1.181,29
Motorista	Diurno	350,00	26,00	62,05	0,00	535,43	126,00	46,60	1.146,08	9,66	1.155,74
Serviços Gerais	Diurno	220,00	26,00	0,00	0,00	300,69	126,00	54,40	727,09	9,66	736,75
	Noturno	220,00	26,00	0,00	26,40	332,95	126,00	54,40	785,75	9,66	795,41
Borracheiros	Diurno	260,00	26,00	0,00	0,00	349,58	126,00	52,00	813,58	9,66	823,24
Mecânicos	Diurno	360,00	26,00	0,00	0,00	471,81	126,00	46,00	1.029,81	9,66	1.039,47
	Noturno	360,00	26,00	0,00	43,20	524,61	126,00	46,00	1.125,81	9,66	1.135,47
Eletricistas	Diurno	360,00	26,00	0,00	0,00	471,81	126,00	46,00	1.029,81	9,66	1.039,47
	Noturno	360,00	26,00	0,00	43,20	524,61	126,00	46,00	1.125,81	9,66	1.135,47
Administrativo	Diurno	300,00	26,00	0,00	0,00	398,47	126,00	49,60	900,07	0,00	900,07
Vigias	Diurno	360,00	26,00	0,00	0,00	471,81	126,00	46,00	1.029,81	9,66	1.039,47
	Noturno	360,00	26,00	0,00	43,20	524,61	126,00	46,00	1.125,81	9,66	1.135,47
Encarregado	Diurno	700,00	26,00	0,00	0,00	887,39	126,00	25,60	1.764,99	9,66	1.774,65
Gerente Geral	Diurno	1.500,00	26,00	0,00	0,00	1.865,23	126,00	0,00	3.517,23	0,00	3.517,23

TABELA 02B - EPI's e UNIFORMES - DESPESAS MENSAIS

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Duração (meses)	Valor Mês
Calça	1	12,00	12,00	6	2,00
Camisa	1	5,00	5,00	6	0,83
Calçados	1	25,00	25,00	12	2,08
Capa de Chuva	1	7,00	7,00	6	1,17
Luvas	1	3,00	3,00	3	1,00
Óculos	1	5,00	5,00	12	0,42
Galocha de Borracha	1	10,00	10,00	12	0,83
Avental PVC	1	5,00	5,00	6	0,83
Mascaras	1	3,00	3,00	6	0,50
TOTAL					9,66

TABELA 03B - MÃO DE OBRA - DESPESAS MENSAIS POR SOLUÇÃO

		USINA SIMPLIFICADA SEM COMPOSTO		USINA SIMPLIFICADA COM COMPOSTO		ATERRO SANITÁRIO	
FUNÇÕES	Turno	Quant.	Valor (R\$/ Mês)	Quant.	Valor (R\$/ Mês)	Quant.	Valor (R\$/ Mês)
Catadores/Garis	Diurno	55	44.088,55	75	60.120,75	20	16.032,20
Operadores de Pólipo	Diurno	2	1.819,46	2	1.819,46	0	0,00
	Noturno	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Operadores de Prensa	Diurno	4	3.292,96	4	3.292,96	0	0,00
Operadores Máquinas Leves	Diurno	4	3.725,40	2	1.862,70	0	0,00
Operadores Máquinas Pesadas	Diurno	0	0,00	2	2.362,58	12	14.175,48
Motorista	Diurno	6	6.934,44	6	6.934,44	12	13.868,88
Serviços Gerais	Diurno	2	1.473,50	4	2.947,00	2	1.473,50
	Noturno	1	795,41	1	795,41	1	795,41
Borracheiros	Diurno	2	1.646,48	2	1.646,48	2	1.646,48
Mecânico	Diurno	2	2.078,94	2	2.078,94	2	2.078,94
	Noturno	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Eletricista	Diurno	2	2.078,94	2	2.078,94	1	1.039,47
	Noturno	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Administrativo	Diurno	2	1.800,14	2	1.800,14	2	1.800,14
Vigias	Diurno	2	2.078,94	2	2.078,94	2	2.078,94
	Noturno	2	2.270,94	2	2.270,94	1	1.135,47
Encarregado	Diurno	2	3.549,30	4	7.098,60	2	3.549,30
Gerente Geral	Diurno	1	3.517,23	1	3.517,23	1	3.517,23
TOTAL		89	81.150,63	113	102.705,51	60	63.191,44

TABELA 04B - INVESTIMENTOS

DESCRIÇÃO	USINA SIMPLIF. S/ COMPOSTO		USINA SIMPLIF. C/ COMPOSTO		ATERRO SANITÁRIO	
	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Aquisição da Área (R\$2,00 / m²)	480.000,00	46,41	446.000,00	13,27	494.000,00	51,81
Projetos e Serviços Básicos de Campo	4.000,00	0,39	4.000,00	0,12	20.000,00	2,10
Canteiro de Obras	1.200,00	0,12	1.200,00	0,04	1.200,00	0,13
Movimento de Terra	50.000,00	4,83	1.000.000,00	29,76	80.000,00	8,39
Transportes	60.000,00	5,80	1.200.000,00	35,72	90.000,00	9,44
Galerias, Drenos e Conexões	9.000,00	0,87	100.000,00	2,98	50.000,00	5,24
Bases e Pavimentos	30.000,00	2,90	100.000,00	2,98	10.000,00	1,05
Parques e Jardins	2.500,00	0,24	8.000,00	0,24	1.500,00	0,16
Estruturas	80.000,00	7,74	80.000,00	2,38	8.000,00	0,84
Alvenarias e Paredes	45.000,00	4,35	45.000,00	1,34	5.000,00	0,52
Revestimento de Pisos, Paredes e Tetos	20.000,00	1,93	20.000,00	0,60	4.500,00	0,47
Esq. de Madeira, Serralharia, Ferragens e Vidraçaria	4.000,00	0,39	4.000,00	0,12	700,00	0,07
Inst. Elétricas, Hidráulicas, Sanitárias e Mecânicas	2.500,00	0,24	2.500,00	0,07	4.000,00	0,42
Coberturas, Isolamentos e Impermeabilizações	30.000,00	2,90	30.000,00	0,89	30.000,00	3,15
Pinturas	9.000,00	0,87	9.000,00	0,87	1.900,00	0,20
Aparelhos Elét., Hidráulicos, Sanitários e Mecânicos	5.000,00	0,48	50.000,00	1,49	2.000,00	0,21
Iluminação Pública	2.000,00	0,19	10.000,00	0,30	600,00	0,06
SUBTOTAL CONSTRUÇÃO CIVIL	834.200,00	80,66	3.109.700,00	92,56	803.400,00	84,27
EQUIPAMENTOS (*)	200.000,00	19,34	250.000,00	7,44	150.000,00	15,73
TOTAL GERAL	1.034.200,00	100,00	3.359.700,00	100,00	953.400,00	100,00

(*) - Exceto máquinas e veículos cujo investimento está diluído nos respectivos custos operacionais.

TABELA 05B1

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

VEÍCULO PARA GERENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	06:00 às 17:00 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			2.000
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		22.000,00	11.000,00
EQUIPAMENTO		1,00	0,30
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		183,33
	Remuneração de Capital (12% aa)		210,29
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		55,00
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		42,17
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		50,00
Acessórios	Depreciação		0,01
	Remuneração de Capital		0,01
	Seguro		0,00
Subtotal Custo Fixo			568,55
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	45,48
	IRPJ (15,00%)	0,15	6,82
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	3,64
TOTAL CUSTO FIXO			624,49
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		0,146667
	Pneus e Recapagens		0,092220
	Combustível		0,301667
	Óleo do Câter		0,081000
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,000002
	Outros Óleos Lubrificantes		0,079950
	Lavagens / Manutenção		0,043478
Subtotal Custos Variáveis			0,744984
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	0,059599
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,008940
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,004768
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			0,818291
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	676,22
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	0,886076
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			2.448,37

TABELA 05B2

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

VEÍCULO COMPACTADOR DE 15 m ³			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	08:00 às 16:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			3.500
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		95.000,00	47.500,00
EQUIPAMENTO		45.000,00	13.500,00
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		791,67
	Remuneração de Capital (12% aa)		908,07
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		237,50
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		182,08
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		50,00
Acessórios	Depreciação		525,00
	Remuneração de Capital		430,14
	Seguro		112,50
Subtotal Custo Fixo			3.264,70
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	261,18
	IRPJ (15,00%)	0,15	39,18
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	20,89
TOTAL CUSTO FIXO			3.585,95
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		0,095000
	Pneus e Recapagens		0,182000
	Combustível		0,705000
	Óleo do Câter		0,012250
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,090000
	Outros Óleos Lubrificantes		0,060914
	Lavagens / Manutenção		0,086957
Subtotal Custos Variáveis			1,232121
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	0,098570
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,014786
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,007886
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			1,353363
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	3.883,00
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	1,465472
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			9.012,15

TABELA 05B3

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

VEÍCULO BASCULANTE DE 6/8 m ³			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	07:00 às 15:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			3.500
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		90.000,00	45.000,00
EQUIPAMENTO		20.000,00	6.000,00
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		750,00
	Remuneração de Capital (12% aa)		860,28
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		225,00
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		172,50
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		50,00
Acessórios	Depreciação		233,33
	Remuneração de Capital		191,17
	Seguro		50,00
Subtotal Custo Fixo			2.560,02
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	204,80
	IRPJ (15,00%)	0,15	30,72
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	16,38
TOTAL CUSTO FIXO			2.811,92
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		0,100000
	Pneus e Recapagens		0,182000
	Combustível		0,705000
	Óleo do Câter		0,014292
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,020000
	Outros Óleos Lubrificantes		0,045686
	Lavagens / Manutenção		0,086957
Subtotal Custos Variáveis			1,153935
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	0,092315
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,013847
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,007385
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			1,267482
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	3.044,85
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	1,372476
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			7.848,52

TABELA 05B4

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

VEÍCULO ROLL-ON ROLL-OFF C/ 2 CAIXAS			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	07:00 às 15:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			3.500
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		95.000,00	47.500,00
EQUIPAMENTO		50.000,00	15.000,00
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		791,67
	Remuneração de Capital (12% aa)		908,07
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		237,50
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		182,08
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		50,00
Acessórios	Depreciação		583,33
	Remuneração de Capital		477,93
	Seguro		125,00
Subtotal Custo Fixo			3.383,32
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	270,67
	IRPJ (15,00%)	0,15	40,60
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	21,65
TOTAL CUSTO FIXO			3.716,24
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		0,095000
	Pneus e Recapagens		0,195330
	Combustível		0,705000
	Óleo do Câter		0,024500
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,050000
	Outros Óleos Lubrificantes		0,060914
	Lavagens / Manutenção		0,086957
Subtotal Custos Variáveis			1,217701
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	0,097416
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,014612
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,007793
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			1,337522
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	4.024,08
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	1,448318
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			9.093,19

TABELA 05B5

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

VEÍCULO ROLL-ON ROLL-OFF C/ 4 CAIXAS			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	07:00 às 15:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			3.500
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		95.000,00	47.500,00
EQUIPAMENTO		100.000,00	30.000,00
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		791,67
	Remuneração de Capital (12% aa)		908,07
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		237,50
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		182,08
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		50,00
Acessórios	Depreciação		1166,67
	Remuneração de Capital		955,87
	Seguro		250,00
Subtotal Custo Fixo			4.569,60
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	365,57
	IRPJ (15,00%)	0,15	54,84
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	29,25
TOTAL CUSTO FIXO			5.019,26
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		0,095000
	Pneus e Recapagens		0,195330
	Combustível		0,205000
	Óleo do Câter		0,017500
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,100000
	Outros Óleos Lubrificantes		0,060914
	Lavagens / Manutenção		0,086957
Subtotal Custos Variáveis			0,760701
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	0,060856
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,009128
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,004868
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			0,835553
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	5.435,04
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	0,904768
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			8.601,73

TABELA 05B6

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

PÁ-CARREGADEIRA			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	07:00 às 15:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			120
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		97.000,00	48.500,00
EQUIPAMENTO		3.000,00	900,00
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		808,33
	Remuneração de Capital (12% aa)		927,19
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		242,50
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		185,92
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		0,00
Acessórios	Depreciação		35,00
	Remuneração de Capital		28,68
	Seguro		7,50
Subtotal Custo Fixo			2.262,86
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	181,03
	IRPJ (15,00%)	0,15	27,15
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	14,48
TOTAL CUSTO FIXO			2.485,52
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		4,305000
	Pneus e Recapagens		6,888000
	Combustível		5,740000
	Óleo do Câter		2,296000
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,600000
	Outros Óleos Lubrificantes		3,553333
	Lavagens / Manutenção		0,045455
Subtotal Custos Variáveis			23,427788
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	1,874223
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,281133
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,149938
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			25,733082
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	2.691,41
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	27,864734
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			6.035,18

TABELA 05B7

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

MINI PÁ-CARREGADEIRA			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	07:00 às 15:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)		120	
	VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL	
VEÍCULO	45.000,00	22.500,00	
EQUIPAMENTO	1.000,00	300,00	
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		375,00
	Remuneração de Capital (12% aa)		430,14
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		112,50
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		86,25
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		0,00
Acessórios	Depreciação		11,67
	Remuneração de Capital		9,56
	Seguro		2,50
Subtotal Custo Fixo			1.055,36
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	84,43
	IRPJ (15,00%)	0,15	12,66
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	6,75
TOTAL CUSTO FIXO			1.159,20
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		1,640000
	Pneus e Recapagens		1,984400
	Combustível		2,050000
	Óleo do Câter		1,537500
Acessório	Peças e Material de Oficina		0,454545
	Outros Óleos Lubrificantes		1,776667
	Lavagens / Manutenção		0,384615
Subtotal Custos Variáveis			9,827727
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	0,786218
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,117933
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,062897
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			10,794775
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	1.255,22
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	11,688982
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			2.657,90

TABELA 05B8

COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

TRATOR DE ESTEIRAS D65			
TURNOS		QUANTIDADE	HORÁRIO
Diurno		1	07:00 às 15:20 h
Quilometragem Média p/ Veículo p/ Turno (km/mês)			210
		VALOR ESTIMADO	VALOR RESIDUAL
VEÍCULO		220.000,00	110.000,00
EQUIPAMENTO		20.000,00	6.000,00
CUSTO FIXO			R\$ / Mês
Veículo	Depreciação		1.833,33
	Remuneração de Capital (12% aa)		2.102,91
	Salários		0,00
	Seguro do Casco		550,00
	Licenc. / IPVA / Seguro Obrigatório		421,67
	Apoio		27,74
	Rádio de Comunicação		0,00
Acessórios	Depreciação		233,33
	Remuneração de Capital		191,17
	Seguro		50,00
Subtotal Custo Fixo			5.410,15
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	432,81
	IRPJ (15,00%)	0,15	64,92
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	34,62
TOTAL CUSTO FIXO			5.942,50
CUSTO VARIÁVEL			R\$ / Km
Veículo	Peças e Material de Oficina		3,772000
	Pneus e Recapagens		0,000000
	Combustível		9,430000
	Óleo do Câter		0,000000
Acessório	Peças e Material de Oficina		2,040816
	Outros Óleos Lubrificantes		1,522857
	Lavagens / Manutenção		0,031250
Subtotal Custos Variáveis			16,796923
Taxas	Administração (8,00%)	0,08	1,343754
	IRPJ (15,00%)	0,15	0,201563
	Contrib. Social (8,00%)	0,08	0,107500
TOTAL CUSTO VARIÁVEL			18,449740
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS (7,65%)		0,0765	6.434,76
PREÇO TOTAL C/ IMPOSTOS / Km (7,65%)		0,0765	19,978062
PREÇO (R\$/VEÍCULO MÊS) DIURNO			10.630,15

TABELA 06B**CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS - RESUMO**

VEÍCULO OU EQUIPAMENTO	INVESTIMENTO (R\$)	CUSTO OPERAC. (R\$/mês)
1 - Gerenciamento e Fiscalização	22.000,00	2.448,37
2 - Compactador de 15 m ³	140.000,00	9.012,15
3 - Basculante de 6/8 m ³	110.000,00	7.848,52
4 - Roll-On Roll-Off c/ 2 Caixas	145.000,00	9.093,19
5 - Roll-On Roll-Off c/ 4 Caixas	195.000,00	8.601,73
6 - Pá-Carregadeira	100.000,00	6.035,18
7 - Mini Pá-Carregadeira	46.000,00	2.657,90
8 - Trator de Esteiras D-65	240.000,00	10.630,15

TABELA 07B**CUSTO DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS POR SOLUÇÃO**

SOLUÇÃO	INVESTIMENTO (R\$)	CUSTO OPERAC. (R\$/mês)
Us. Simplif. s/ Compostagem (1x1+3x5+2x7)	699.000,00	33.569,36
Us. Simplif. c/ Compostagem (1x1+2X3+1x4+1x6+1x7)	533.000,00	35.931,68
Aterro Sanitário (1x1+4x3+1x6+4x8)	1.522.000,00	82.398,23

NOTA: O custo operacional já inclui a amortização, a depreciação e a remuneração do capital investido.

TABELA 08B**NECESSIDADE DE ÁREA**

ALTERNATIVAS	ÁREA (m ²)			TIPO
	Serviços	Aterro Complementar	Total	
Usina Simplif. s/ Comp.	1.000 ^(A)	239.000	240.000	Rural
Usina Simplif. c/ Comp.	123.000 ^(B)	100.000	223.000	Rural
Aterro Sanitário	247.000 ^(C)	---	247.000	Rural

(A) - Considerado um único galpão de 1.000 m², na área do aterro.

(B) - Considerados um galpão de 1.000 m² e um pátio para abrigar 1.176 leiras triangulares de 2 m de altura, 3 m de largura e 21 m de comprimento, por 12 semanas, ambos na área do aterro. O peso específico do lixo triturado foi tomado como sendo igual a 400 kg/m³.

(C) - Considerado um aterro para 20 anos de vida útil do lixo coletado (domiciliar e público), com altura média de 20 metros, peso específico de 1t/m³, 10% de material de cobertura e 20% de área adicional para abrigar as instalações auxiliares (balança, estradas de serviço, ETE, administração).

TABELA 09B

ESTIMATIVA DE CUSTOS POR SOLUÇÃO

	USINA SIMPLIF. S/ COMPOSTO	USINA SIMPLIF. C/ COMPOSTO	ATERRO SANITÁRIO
Custos de Investimento			
Depreciação da Construção Civil (Vida Útil: 15 anos; Valor Residual: 0%)	4.634,44	17.276,11	4.463,33
Depreciação de Equipamentos (Vida Útil: 10 anos; Valor Residual: 0%)	1.666,67	2.083,33	1.250,00
Remuneração do Capital (Prazo: 10 anos; Juros de 12% a.a.)	26.767,16	86.955,76	24.675,90
Licenciamento (R\$6.000,00 em 10 anos)	50,00	50,00	50,00
Subtotal de Custos de Investimento	33.118,27	106.365,20	30.439,23
Custos Operacionais			
Manutenção de Construção Civil	185,38	691,04	178,53
Manutenção de Equipamentos	133,33	166,67	100,00
Energia Elétrica / Combustível	1.500,00	3.000,00	300,00
Água e Esgoto	400,00	2.000,00	1.500,00
Telefone	150,00	150,00	150,00
Equipamentos	33.569,36	35.931,68	82.398,23
Mão-de-Obra	81.150,63	102.705,51	63.191,44
Subtotal dos Custos Operacionais	117.088,70	144.644,90	147.818,20
Custos com Outros Serviços			
Custos com Aterro (R\$11,43/t)	172.553,19	72.729,03	0,00
Custos com Coleta Convencional (R\$30,25/t)	471.900,00	471.900,00	471.900,00
Subtotal dos Custos com Serviços	644.453,19	544.629,03	471.900,00
TOTAL DE GASTOS NO MÊS	794.660,16	795.639,13	650.157,43
CUSTO OPERACIONAL UNITÁRIO	50,94	51,00	41,68

TABELA 10B

PREVISÃO DE RECEITAS MENSAIS

PRODUTOS	Preço Unitário (R\$/t)	USINA SIMPLIF. S/ COMPOSTO		USINA SIMPLIF. C/ COMPOSTO	
		Quant. (t/mês)	VALOR (R\$/mês)	Quant. (t/mês)	VALOR (R\$/mês)
Composto	8,00	0,00	0,00	4.368,00	34.944,00
Papel / Papelão	80,00	187,20	14.976,00	187,20	14.976,00
Vidros	60,00	37,44	2.246,40	37,44	2.246,40
Ferrosos	50,00	74,88	3.744,00	74,88	3.744,00
Alumínio	800,00	24,96	19.968,00	24,96	19.968,00
Plástico Filme	250,00	74,88	18.720,00	74,88	18.720,00
Plástico Rígido	100,00	74,88	7.488,00	74,88	7.488,00
PET	150,00	24,96	3.744,00	24,96	3.744,00
TOTAL	---	499,20	70.886,40	4.867,20	105.830,40

NOTA - Mix de Reciclado com valor de R\$ 142,00.

TABELA 11B
BALANÇO ECONÔMICO

	USINA SIMPLIF. S/ COMPOSTO	USINA SIMPLIF. C/ COMPOSTO	ATERRO SANITÁRIO
Custos de Investimento	33.118,27	106.365,20	30.439,23
Custos Operacionais	117.088,70	144.644,90	147.818,20
Custos com Outros Serviços	644.453,19	544.629,03	471.900,00
SUBTOTAL DOS CUSTOS	794.660,16	795.639,13	650.157,43
PREVISÃO DE RECEITAS NO MÊS	70.886,40	105.830,40	0,00
BALANÇO ECONÔMICO	723.773,76	689.808,73	650.157,43
BALANÇO ECONÔMICO UNITÁRIO	46,40	44,22	41,68

TABELA 12B
CUSTOS POR EMPREGO GERADO

SOLUÇÕES	GERAÇÃO DE EMPREGOS			CUSTOS (R\$/mês)			
	Diretos	In diretos	Total	Mensal	P/ Emp. Direto	P/ Emp. Indireto	P/ Emp. Global
USINA SIMP. S/ COMP.	89	267	356	150.206,97	1.687,72	562,57	421,93
USINA SIMP. C/ COMP.	113	339	452	251.010,10	2.221,33	740,44	555,33
ATERRO SANITÁRIO	60	180	240	178.257,43	2.970,96	990,32	742,74

TABELA 13B
GANHOS AMBIENTAIS

	QUANTIDADES DE LIXO		CUSTOS (R\$/t)		
	Reciclado	Retirado do Ambiente	Mensal	Reciclado	Retirado do Ambiente
USINA SIMP. S/ COMP.	499,2	499,2	150.206,97	300,90	300,90
USINA SIMP. C/ COMP.	4.867,2	9.235,2	251.010,10	51,57	27,18
ATERRO SANITÁRIO	0,0	0,0	178.257,43	---	---

ANEXO II

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Volume das Leiras (V_L)

$$V_L = 2 V_1 + V_2 = 2 \times \frac{1}{3} (1,5 \times 3 \times 2) + \left[\left(\frac{1}{2} \times 3 \times 2 \right) \times 18 \right]$$
$$V_L = (2 \times 3) + (3 \times 18) = 60 \text{ m}^3$$

Quantidade de Leiras (Q_L)

Quantidade de Lixo = 336 t/dia

Peso Específico = 0,4 t/m³

Volume de Lixo = 840 m³/dia

$$Q_L = \text{Vol. Lixo} / \text{Vol. Leira} = 840 / 60 = 14 \text{ leiras por dia}$$

Tempo de Cura = 12 semanas

Quantidade Total de Leiras = 1.176 leiras

Dimensões do Pátio de Leiras

$$\text{Comprimento para 7 dias} = (B_L + 1) \times 7 (Q_L + 1) + 1 =$$
$$\text{Comprimento} = 4 \times 7 \times (14 + 1) + 1 = 4 \times 105 + 1 = 421 \text{ m}$$

$$\text{Largura para 12 semanas} = [(L_L + 3) \times 12] + 1 =$$
$$\text{Largura} = [(21 + 3) \times 12] + 1 = 24 \times 12 + 1 = 289 \text{ m}$$

$$\text{Área Útil} = 121.669 \text{ m}^2$$

